Vorträge.

Über lichte Fäden im dunklen Felde bei Meridian-Instrumenten.

Von dem w. M. **Karl v. Littrow.**

(Mit I Tafel.)

Das Bedürfniss nach Mikrometern, deren Fäden licht auf dunklem Hintergrunde erscheinen, besteht seit Langem in der praktischen Astronomie und wird täglich fühlbarer, seit die Fortschritte der Wissenschaft uns immer mehr als eigentliches Feld der Forschung das Gebiet lichtschwacher Gegenstände zu betreten zwingen. Die Art der Beleuchtung des Positions- oder Lampen-Mikrometers hat ihrer Natur nach nur bei grösseren Teleskopen Platz greifen können, die Anwendung eines elektrischen Stromes zu solchem Zwecke scheint grossen Schwierigkeiten zu unterliegen, und so muss man befürchten, dass hauptsächlich Meridian-Instrumente, die auf Reichenbach's gewichtige Autorität hin wenigstens auf deutschem Boden nicht leicht ihre bisher üblichen Dimensionen überschreiten werden, hinter der Aufgabe, die diesen Werkzeugen heute zufällt, zurückbleiben. Dies wäre aber um so mehr zu bedauern, als bei diesen Instrumenten gerade Genauigkeit und Bequemlichkeit der Bestimmung Hand in Hand gehen. Ich wurde neuerlich mit besonderem Nachdrucke auf diese Sachlage hingewiesen, als sich einerseits bei weitem die Mehrzahl der neuentdeckten Asteroiden der Wahrnehmung am hiesigen Meridiankreise entzogen, und als sich andererseits bei der Zurichtung des Mittagsrohres für Zonenbeobachtungen zeigte, dass, wollte man nicht längst bestimmte Sterne nur eben wieder beobachten, man dafür Sorge tragen musste, die Kraft des Rohres nicht durch gewöhnliche Beleuchtung des Feldes zu schwächen. Nach ziemlich langwierigen Versuchen gelang es mir endlich, eine Einrichtung zu erzielen, die, wie ich glaube, allen Anforderungen genügt.

Steinheil's treffliche Idee [1]) auf die Gauss'sche Collimation eines Fernrohres durch ein zweites eine neue Art von Mikrometern zu gründen, bei denen das messende Liniennetz ausser dem Fernrohre steht, also beliebig beleuchtet werden kann, ohne das Feld zu erhellen und im Brennpunkte des anzuwendenden Instrumentes ein optisches Bild des Netzes erscheint, hat lange Zeit hindurch die verdiente Beachtung nicht gefunden. Fünfzehn Jahre später betrat Prof. Stampfer zuerst wieder diesen Weg [2]) und es kann als eine wesentliche Verbesserung der Steinheil'schen Erfindung gelten, dass Prof. Stampfer den eigentlichen Mikrometer nicht mehr vor das Objectiv, sondern zur Seite des Fernrohres, und die kleine Linse, welche das Bild der messenden Marke im Brennpunkte des Rohres zu erzeugen hat, ausserhalb des mittleren Lichtkegels stellte, der vom Objective gebildet wird. Der grosse Vortheil, der durch das völlige Freilassen des Objectives erreicht wird, während es bei Steinheil um den ganzen Raum, den die mikrometrische Vorrichtung einnahm, gedeckt war, wiegt gewisse weiter unten zu berührende Unbequemlichkeiten, welche die schiefe Stellung der Axe der kleinen Linse gegen die des Fernrohres mit sich bringt, vollkommen auf. Indessen litt der Versuch, diesen Mikrometer auszuführen, den man im Jahre 1842 an dem Äquatoriale der hiesigen Sternwarte machte, an mehreren wesentlichen Übelständen. Die matt geschliffene Glasplatte, in deren Wachsüberzug die Linien geritzt waren, durch welche das Licht drang, um im Fernrohre ein Bild zu geben, war auf dem Schieber fest, der bisher mit seinen verschiedenfärbigen Gläsern zur Regelung der gewöhnlichen Fadenbeleuchtung gedient hatte. Man musste also immer die Stellung dieses Schiebers ändern, wenn man die lichten Linien auf dunklem Grunde, oder die dunklen Fäden im erleuchteten Felde sehen wollte. Beide Systeme zugleich konnte man nur allenfalls bei Tage sehen, wenn der Hintergrund für die dunklen Fäden durch das Objectiv das nöthige Licht erhielt. Jenes immerwährende Ändern der Stellung des Schiebers konnte aber nicht gestattet werden, weil an der unverrückten Lage des Mikrometers gegen die Collimations-Linie des Instrumentes eben alles gelegen war. Überdies war es für die Beobachtung mit den gewöhnlichen dunklen Fäden sehr störend, dass

---

[1]) Astronomische Nachrichten, Bd. V, S. 359.

[2]) Annalen der Wiener Sternwarte, Theil XXI, Seite XLIV.

durch die für die lichten Linien bestimmte Linse ein Bild jenes Blendglases des Schiebers, das eben vor der Beleuchtungslampe sich befand, im Gesichtsfelde entstehen musste, und so die Wahrnehmung lichtschwacher Objecte mannigfach beirrte. Übrigens brachten es wohl die bedeutenden Unvollkommenheiten des zu dem Versuche verwandten Instrumentes, die sich gerade um diese Zeit den jetzigen Forderungen der beobachtenden Astronomie gegenüber fühlbar zu machen anfingen, und es bald darauf einstweilen ganz zur Seite legen hiessen, mit sich, dass man sich damals weiter keine Mühe gab, jener Schwierigkeiten Herr zu werden.

Ich wurde aufdie Nothwendigkeit eines Mikrometers in Meridian-Instrumenten ohne erleuchtetes Gesichtsfeld erst wieder zurückgeführt, als in den letzten Jahren die rasch auf einander folgenden Entdeckungen von Asteroiden das Unzureichende der bisherigen Beobachtungsweise recht bemerklich machten. Zwei Kreis-Mikrometer, die ich, um gewisse Correctionen zu eliminiren, in das Fernrohr des Meridiankreises so einsetzen liess, dass der Mittelpunkt des einen nahezu ebenso viel unter, als der des andern über dem Declinationsfaden des Fernrohres stand, gaben nicht die wünschenswerthe Sicherheit der Beobachtung, und wurden bald schon desshalb aufgegeben, weil das Manipuliren so nahe an den Spinnenfäden äusserst schwierig ist, und man eine ganz zweckmässige Anbringung des Kreismikrometers an Meridian-Instrumenten, wie solche meines Wissens nur in Altona gelang, fast für einen glücklichen Zufall halten muss. So kam ich zu der oben erwähnten Vorrichtung zurück, und war eben mit den ersten Vorbereitungen dazu beschäftigt, als uns die Beobachtungen Dir. Reslhuber's mit dem analogen Punkt-Mikrometer [1]) bekannt wurden. Ward ich nun gleich durch die auffallenden Erfolge, welche in Kremsmünster durch dieses Hilfsmittel seither erreicht wurden, in meinem Vorsatze, auf diesem Wege mein Ziel zu suchen, bestärkt, so gestehe ich doch zugleich, dass mir die dortige Einrichtung, so weit ich dieselbe aus der angeführten kurzen Beschreibung und vielleicht gerade weil ich sie nur daher kenne, noch nicht ganz entsprechend schien. Es besteht jene Einrichtung in zwei leuchtenden Punkten, die in einer auf den Meridian senkrechten

---

1) Astronomische Nachrichten, Bd. XXXVI, Seite 85

Geraden stehen, und die man durch die Declinationsschraube auf den Parallel des zu beobachtenden Gestirnes bringen muss, während man zugleich an denselben Punkten die Durchgangszeit bestimmt. Es scheint mir nun diese Einstellung in Declination einigermassen misslich und es ist nicht jedem Beobachter zuzutrauen, dass er dieselbe mit der nöthigen Schärfe ausführe; die Beobachtung in Rectascension aber wird möglicherweise dadurch gefährdet, dass der Stern an einem ihm ganz ähnlichen lichten Punkte pointirt werden soll, also im Augenblicke der eigentlichen Beobachtung, ja vielleicht schon früher verschwindet. Ich stellte mir daher die Aufgabe, sowohl diese Unzukömmlichkeiten des Punkt-Mikrometers als die Übelstände, welche ich oben bei dem Versuche an dem hiesigen Äquatorial rügte, zu vermeiden, und gehe nun zu der Beschreibung desjenigen Apparates über, mit welchem ich diese Zwecke erreicht zu haben glaube.

Fig. 1 stellt im Massstabe von $1/4$ der wirklichen Grösse einen horizontalen Durchschnitt des Wiener Mittagsrohres dar. Von der gewöhnlichen Beleuchtungslampe A gelangt durch das in den Steinpfeiler BC gebohrte Loch D das Licht in die hohle Axe E[1]) und fällt zum Theile auf die matt geschliffene Glasplatte F, zum Theile geht es an derselben vorüber. Die Glasplatte ist auf der glatten Seite mit einer Mischung von Kopalfirniss und Lampenruss überzogen, und in diesen Überzug, nachdem er ziemlich trocken geworden, werden die Linien geritzt, deren Bild im Fernrohre erscheinen soll, so dass diese Linien völlig durchsichtig sind. Durch diese Spalten fällt Licht auf den Spiegel G und wird von diesem in die Linse H reflectirt, welche ein deutliches Bild jener Linien im Brennpunkte I des Fernrohres erzeugt. Aus Fig. 2, welche die Linse H in der vorderen (vom Objective des Fernrohres aus genommenen) Ansicht zeigt, ersieht man, dass der Umfang dieser Linse kein vollständiger Kreis, sondern ein Segment ist, um den Haupt-Lichtkegel IKL des Fernrohres ganz unbehindert vorbei zu lassen. Die Platte F so wie der Spiegel G sind auf Ständern an einer Wand des Würfels MN befestigt, der die Drehungsaxe des Instrumentes trägt. Fig. 3 gibt die Ansicht des Spiegels G von dem nicht durchbrochenen Theil der Axe aus; O ist

---

[1]) Diese hohle Axe ist bei unseren Meridian-Instrumenten durch ein Planglas vor dem Eindringen von Staub u. dgl. gesichert, was schon für die dunklen Fäden sehr am Platze, hier aber vollends unerlässig ist.

der Ständer, mittelst dessen der Spiegel auf der Wand *PQ* des Würfels angebracht wird, und dem durch in der Zeichnung ersichtliche Correctionsschrauben die richtige Stellung gegeben werden kann. Ganz in ähnlicher Weise ist die Platte *F* an derselben Wand des Würfels befestigt. *RS* (Fig. 1) ist die gewöhnliche Beleuchtungs-Ellipse zur Erhellung des Feldes, wofür das bei *F* vorbeigehende Licht der Lampe *A* vollkommen ausreicht. Um nun beliebig entweder die lichten Linien allein, oder blos die dunklen Fäden, oder endlich beide Systeme zugleich im Fernrohre sehen zu können, ohne an denjenigen Theilen, die eine unveränderliche Lage erfordern, irgend zu rücken, ist einerseits die Ellipse *RS* in *R* mit einem Charnier versehen, das in *TU* von Fig. 3 deutlicher zu erkennen ist; mittelst der ausser dem Würfel vortretenden Knöpfe *T* und *U* kann man so der Ellipse verschiedene Neigungen gegen die optische Axe des Fernrohres geben und daher das Gesichtsfeld beliebig hell oder auch völlig dunkel machen; ein Stift *V* (Fig. 3) hindert die Ellipse über diejenige Lage hinaus zu drehen, in welcher sie den Lichtkegel des Fernrohres zu beschränken anfinge. Diese Einrichtung ist so bequem, dass ich dieselbe schon an sich den sonst üblichen Methoden die Beleuchtung des Feldes zu moduliren weit vorziehe. Andererseits ist für die Abblendung der lichten Linien ein Schirm *W*, dessen Gestalt in Fig. 2 ersichtlich, angebracht, und kann man mittelst der in der Fassung des Fernrohres drehbaren Stange *WX* die Linse *H* theilweise oder ganz decken, so dass die durch diese Linse im Brennpunkte des Fernrohres gebildeten lichten Linien beliebig hell oder auch völlig unsichtbar gemacht werden können. In unserem Falle werden aus mir noch nicht klarer Ursache die Bilder der lichten Linien verwaschen, wenn man sie durch diesen Schirm matter machen will; ich benütze denselben desshalb blos zur gänzlichen Abblendung der lichten Linien, und modulire die Helligkeit dieser Linien einstweilen durch das stärkere oder schwächere Brennen der Lampe, was völlig ausreicht. Dieser unwesentliche Punkt wird sich später leicht ordnen lassen.

Wie man sieht, so wird zur Hervorbringung des Bildes der lichten Linien im Gesichtsfelde derjenige Theil des von der Beleuchtungslampe kommenden Lichtes in Anwendung gebracht, welcher bisher unbenützt durch den durchbrochenen Theil der Beleuchtungs-Ellipse drang, und desshalb können beide Vorrichtungen völlig ungestört

neben einander bestehen. Überdies ist die Regelung der Sichtbarkeit des einen Systemes unabhängig von der des anderen.

Was nun die lichten Linien selbst betrifft, so stellt bei mittlerer Beleuchtung des Gesichtsfeldes, wo beide Systeme sichtbar sind, Fig. 4 den beiläufigen Anblick derselben dar. Um jede unnöthige Ansammlung von Licht zu verhüten, sind die Linien so kurz als möglich gehalten und nirgends zur Durchkreuzung gebracht. Um der Wahrnehmbarkeit kleiner Sterne nicht zu schaden, ist die horizontale Doppellinie etwa viermal so weit als der horizontale dunkle Doppelfaden, und der Raum zwischen diesen horizontalen Linien von den verticalen nicht durchzogen, so dass die zu beobachtenden Gestirne sich immerwährend auf dunklem Hintergrunde projiciren. Bei einiger Übung wird sich kein irgend merklicher Unterschied in der Genauigkeit der Pointirung gegen die bisherige Beobachtungsweise, an den dunklen Fäden zeigen (s. unten). Die lichte Mittellinie ist durch einen schwach schimmernden Kreis vor den anderen hervorgehoben, um die Linien schnell von einander unterscheiden zu können, was sonst im dunklen Felde, besonders bei auf die Seite geschraubtem Oculare, schwierig wäre. Diese dunkle Mittellinie steht von dem dunklen Mittelfaden *Z*, der immer zur eigentlichen Collimirung des Fernrohres vorzuziehen sein wird, so wie überhaupt jede lichte Linie von einem der Fäden nicht zu weit, aber doch weit genug ab, um die Beobachtung ebenso ungestört an einem als dem anderen der beiden Systeme vornehmen zu können.

Auf diese Weise ist die Beobachtung nicht wesentlich von der bisher üblichen verschieden, und namentlich die Einstellung in Declination so wie die Vervielfältigung der Rectascensions-Bestimmung ganz wie früher auszuführen. Der Gewinn aber, welcher durch diese Einrichtung erzielt wurde, besteht darin, dass man die Beobachtung auf reichlich zwei ganze Grössenclassen von Sternen mehr als bisher, nämlich so weit ausdehnen kann, als überhaupt die raumdurchdringende Kraft des Fernrohres reicht. Bei den Dimensionen des hiesigen Meridiankreises (50‴ Objectiv-Öffnung) werden so z. B. bei weitem die meisten der Asteroiden der Beobachtung zugänglich.

Eine Schwierigkeit, welche ich oben schon berührte, muss hier noch umständlicher besprochen werden. Wie schon Prof. Stampfer l. c. p. XLVII, erwähnt, macht der Umstand, dass die kleine Linse nicht in der optischen Axe des Fernrohres, sondern seitwärts ange-

bracht ist, nothwendig, mit grosser Sorgfalt darauf zu sehen, dass das Ocular während der Beobachtung immer eine und dieselbe Stelle in der Auszugröhre einnehme. Der Winkel, unter welchem die Axe des Mikrometers oder der Hauptstrahl der kleinen Linse der optischen Axe des Fernrohres begegnet, beträgt in dem Falle des Mittagsrohres der Wiener Sternwarte 2° 29′ 20″. Daraus folgt nach einer beiläufigen Schätzung eine Verrückung der lichten Linien von 0·0217 Linien bei einer Rückung des Oculars von einer halben Linie. Nennt man f die Brennweite des Objectives im Fernrohre, ausgedrückt in Zollen, so ist die jener Verrückung entsprechende Änderung der Stellung der lichten Linien gegen die dunklen Fäden

$$x = \frac{374}{f} \text{ Bogensecunden.}$$

In unserem Falle hat man $f = 61$, daher $x = 6''1$ oder $0^s.41$, also so bedeutend, dass diese Fehlerquelle mit aller Vorsicht zu vermeiden ist. Am Wiener Mittagsrohre wurde die Hülse, in der das Ocular steckt, an einer Stelle viereckig durchbrochen, und eine kurze Theilung darauf angebracht, der am Oculare ein Index entspricht. Eine Klemmschraube in der Hülse hindert jede zufällige Verstellung des Oculars.

Übrigens hat, wie man von selbst sieht, diese Rücksicht nur dann einzutreten, wenn die Stellung der lichten Linien gegen irgend eine fixe Verticale in Betracht kommt, also bei Collimationsfehler, Azimut, Lage dieses Systemes gegen das dunkle, etc., während z. B. die Intervalle der lichten Linien unter einander dadurch nicht berührt werden.

Am Mittagsrohre ist die ganze Einrichtung in diesen Tagen vollendet worden, und haben die Zonenbeobachtungen nun an diesem Instrumente begonnen. Wir sind daran, einen völlig ähnlichen Apparat dem Meridiankreise beizugeben. In nächster Zukunft hoffe ich die ersten Früchte davon den Astronomen vorlegen zu können, bin aber schon jetzt in der Lage, die eben beschriebene Vorrichtung meinen Collegen mit voller Zuversicht zu empfehlen. Um die Genauigkeit, mit welcher man hier beobachtet, wenigstens vorläufig zu prüfen, habe ich Antritte von Sternen im Äquator an je zwei bestimmte lichte Linien genommen, und jedem dieser Sterne in Declination zweimal eingestellt. Ich fand so z. B. folgende Zahlen:

Abweichung des beobachteten Intervalles vom Mittel		Differenz zwischen der ersten und zweiten Lesung	
+ 0ˢ.3	− 0ˢ.4	− 2ʳ0	+ 2ʳ5
0·0	− 0·2	+ 0·5	+ 3·0
+ 0·2	+ 0·2	+ 1·5	+ 1·0
0·0	− 0·3	− 0·5	+ 3·0
− 0·1	0·0	+ 2·0	+ 1·5
0·0	− 0·1	0·0	− 0·5
0·0	− 0·2	+ 3·5	− 0·5
+ 0·1	− 0·1	+ 1·0	+ 1·0
− 0·1	+ 0·2	+ 0·5	+ 2·0
+ 0·3	+ 0·4	0·0	+ 2·0
0·0	+ 0·7	+ 3·0	+ 2·5
− 0·1	0·0	− 1·0	+ 0·5
− 0·1	− 0·3	+ 2·0	0·0
− 0·3	+ 0·5	+ 1·0	+ 1·5

Ich glaube, dass solche Übereinstimmung nichts zu wünschen übrig lässt, und bemerke, dass nur drei sehr excedirende, offenbar verschriebene Beobachtungen hier wegblieben. Das Überwiegen der positiven Differenzen bei den Lesungen hat in Bezug auf die Schärfe der Pointirung keine Bedeutung, und ist nur in anderer Rücksicht näher zu untersuchen.

Schliesslich trage ich Herrn Gustav Starke für die Unermüdlichkeit, mit welcher er die bei solchen ersten Versuchen nicht geringen mechanischen Schwierigkeiten überwinden half, meinen aufrichtigsten Dank ab.